

УДК 656.212.5

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/130/22>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТОВ ВЫПРАВКИ ПРОФИЛЯ СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРОК МАЛОЙ МОЩНОСТИ

©Ситников С. А., ORCID: 0000-0002-7653-6587, SPIN-код: 6830-4129,
канд. техн. наук, Уральский государственный университет путей сообщения,
г. Екатеринбург, Россия, SSitnikov@usurt.ru

THE USE OF COMPUTER TECHNOLOGY TO DEVELOP PROJECTS FOR STRAIGHTENING THE PROFILE OF LOW-POWER SORTING SLIDES

©Sitnikov S., ORCID: 0000-0002-7653-6587, SPIN-code: 6830-4129, Ph.D., Ural State University
of Railway Transport, Yekaterinburg, Russia, SSitnikov@usurt.ru

Аннотация. На примере анализа проекта выправки продольного профиля сортировочной горки малой мощности разработана методика подхода к расчету высоты горки с использованием компьютерной программы. Предложено сравнивать расчетные и фактические значения высоты по всем путям горочной горловины. В качестве показателя оценки проектного профиля сортировочных горок предложено использовать уменьшение времени скатывания «плохого» бегуна в проектном варианте по сравнению с исходным. Разность времени хода «плохого» бегуна по каждому из путей в исходном и проектном вариантах может служить критерием при планировании последовательности работ по восстановлению профилей путей горки.

Abstract. Using the example of an analysis of a project for straightening the longitudinal profile of a low-power sorting hump, a method for calculating the height of the hump based on a computer program is developed in the article. It is proposed to compare the calculated and actual height values along all tracks of the hump neck. As an indicator for the evaluation of the design profile of the sorting humps, it is proposed to use a decrease in the rolling time of a poor runner in the design version compared to the initial one. The difference in the running time of a poor runner along each of the tracks in the initial and design versions can serve as a criterion when planning the sequence of work to restore the profiles of the hump tracks.

Ключевые слова: сортировочная горка, высота и профиль горки, компьютерное проектирование, оценка спускной части горки.

Keywords: sorting slide, height and profile of the slide, computer-aided design, evaluation of the slide descent.

Реформа железнодорожного транспорта привела к значительному изменению структуры вагонопотоков на сети. Появление частных компаний-операторов привело к дополнительной сортировке как груженых, так и порожних вагонов на станциях. Основной объем переформирования составов ложится на сортировочные горки, которые испытывают в современных условиях повышенные нагрузки. Естественно, помимо усиления технической оснащенности, возросли требования к качеству проектирования и содержания плана и профиля горочных горловин. Ранее отмечали ряд проблем, возникающих при проектировании

сортировочных горок. Прежде всего, это климатические условия: выбор расчетных температур наружного воздуха, направления и скорости ветра. Теперь мы решили обратить внимание на требования к проектированию профиля горки [1].

В настоящее время, в период повсеместного использования компьютерной техники, «Правила и нормы проектирования сортировочных устройств» рекомендуют при проектировании сортировочных горок использование программных продуктов (п. 5.3). Однако нет указания на применение конкретных «типовых» программ при расчете высоты и профиля сортировочных горок. Здесь проектировщики вполне предсказуемо используют классические продукты, например Excel. Широким спектром обладают программы, разрабатываемые и используемые в диссертационных работах, но для реальных проектов они малопригодны [2].

Начальный опыт разработки программы для расчета профиля был получен при выполнении проектов реконструкции плана и профиля горок малой и средней мощности, выполненных сотрудниками «Транспромпроекта» УрГУПС. При этом в программу были заложены два основных исходных принципа. Во-первых, строгое соответствие требованиям Инструкции [2]. Во-вторых, данные плана и профиля существующих горок формировались на основе топографической съемки. Практическую апробацию программа прошла на ряде горок дороги. В качестве примера рассмотрим одну из сортировочных станций.

Станция является односторонней с последовательным расположением парков приема и сортировочного. Объем сортировочной работы на момент исследования составлял около 1000 вагонов в сутки, что определяет горку как горку малой мощности. Количество путей в сортировочном парке — 16.

Сортировочная горка имеет один путь надвига, один путь роспуска, один путь в обход горки, две механизированные тормозные позиции, оборудованные трехзвенными вагонными замедлителями типа КВ-3-72М, и одну парковую немеханизированную тормозную позицию с ручными башмаками. Горловина сортировочного парка состоит из 2 пучков по 8 путей. Проблема плана горочной горловины: 5 из 26 кривых имеют радиусы меньше допустимых по Инструкции 200 м [2].

Проблемы продольного профиля горки: результаты обработки данных топографической съёмки показали, что путь надвига расположен на подъёме крутизной 20,2‰, что не соответствует требованиям Инструкции (8–12‰); продольный профиль спускной части горочных путей характеризуется большим числом точек перелома и имеет пилообразную конфигурацию с противоклонами.

В соответствии с требованиями Инструкции были выполнены расчеты «трудного» пути, для которого в дальнейшем определено местоположение расчетной точки (РТ). Затем для этого пути, с учетом местных климатических условий и расчетного бегуна, определялась требуемая высота горки [2].

Эта технология десятилетиями применялась для расчета высоты горки в неизменном виде. Компьютерные технологии позволяют более широко рассматривать вопросы расчета высоты горки, а в перспективе — и профиля путей. Так, было предложено определять местоположение расчетных точек на всех путях подгорочного парка (эти точки, в отличие от РТ, обозначили как граничные точки роспуска — ГТР). В результате были определены расчетные и фактические высоты горки для всех путей парка. В Таблице 1 приведены результаты этих расчетов.

«Трудным» по условиям скатывания оказался путь №9, наличная высота которого, согласно данным съемки, составляла 3,516 м. По результатам расчётов, для обеспечения пробега расчетного «плохого» бегуна до расчетной точки пути №9 высота горки должна составлять 3,602 м, что незначительно (на 0,086 м) превышает наличную высоту.

Таблица 1

РАСЧЁТНАЯ (H_p) И НАЛИЧНАЯ ($H_{\text{НАЛ}}$) ВЫСОТА
СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ ПО ПУТЯМ ГОРОЧНОЙ ГОРЛОВИНЫ

Маршрут	$H_{\text{НАЛ}}$, м	H_p , м.э.н.в	$H_{\text{НАЛ}} - H_p$, м
1-8	3,507	3,561	-0,054
1-9	3,516	3,602	-0,086
1-10	3,367	3,369	-0,002
1-11	3,279	3,217	0,062
1-12	3,342	3,282	0,06
1-13	3,297	3,27	0,027
1-14	3,206	2,866	0,34
1-15	3,208	2,821	0,387
1-16	3,094	2,904	0,19
1-17	3,147	2,874	0,273
1-18	3,108	2,81	0,298
1-19	3,388	2,769	0,619
1-20	3,372	2,843	0,529
1-21	3,346	2,862	0,484
1-22	3,385	3,013	0,372
1-23	3,488	2,942	0,546

При анализе существующих продольных профилей на спускной части горки наибольшие отклонения от требований вогнутости выявлены на пути № 16. Профиль этого пути представлен ниже (Рисунок 1). На рисунке показан профиль от вершины горки до граничной точки роспуска (ГТР). Здесь же представлены графики времени хода и скорости движения бегунов в сочетании П – Х – П (плохой – хороший – плохой) в соответствии с требованиями Инструкции [2].

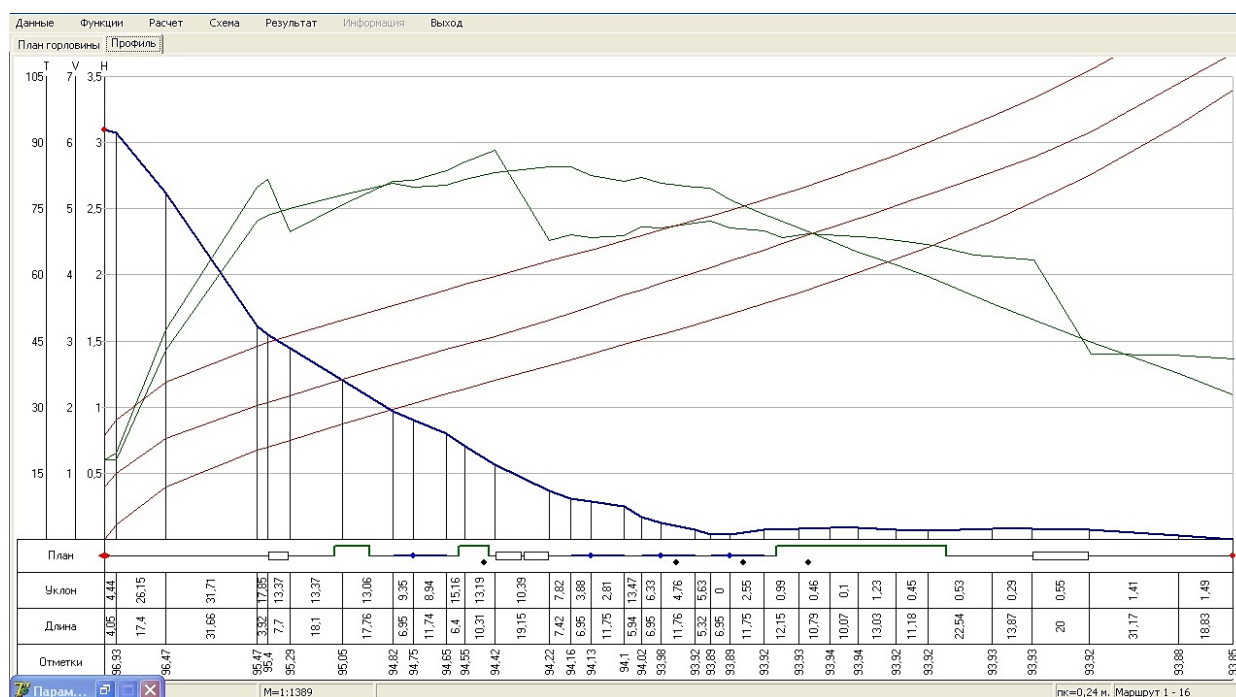


Рисунок 1. Проверка исходного профиля маршрута 1-16

Как видно из Рисунка стрелочная зона находится в «провале». При значительной разности отметок «провала» и точки начала третьей тормозной позиции возникает ситуация, когда плохой бегун (П) при низкой начальной скорости роспуска не докатывается до третьей тормозной позиции и может вернуться (сползти обратно) в «провал». В этом случае придется дополнительно маневровым порядком продвинуть вагон дальше в парк. А дополнительная маневровая работа по продвижению вагонов в глубину парка снижает перерабатывающую способность горки. Анализ ряда проектов показывает, что подобная ситуация с провалом земляного полотна в пределах стрелочной зоны спускной части горки встречается довольно часто. Можно предположить, что ситуация связана несогласованным выполнением работ по исправлению плана и профиля сортировочных путей и путей горки. Подъемочный и средний ремонты сортировочных путей выполняются в плановом порядке, в то время как закрытие для ремонта горочных путей выполняется значительно реже. Отметим также, что хотя Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации определяют требования периодичности проверки продольных профилей сортировочных горок не реже одного раза в три года (приложение 1, п. 7), фактически съемка профилей горочных путей выполняется с нарушением этих сроков [3].

В программе выполнены проверки исходных профилей движения бегунов в сочетании П – Х – П по всем маршрутам роспуска. Такая же проверка выполнялась и для проектных профилей. Ниже на рисунке представлены графики скорости и времени движения бегунов по проектному профилю пути №16.

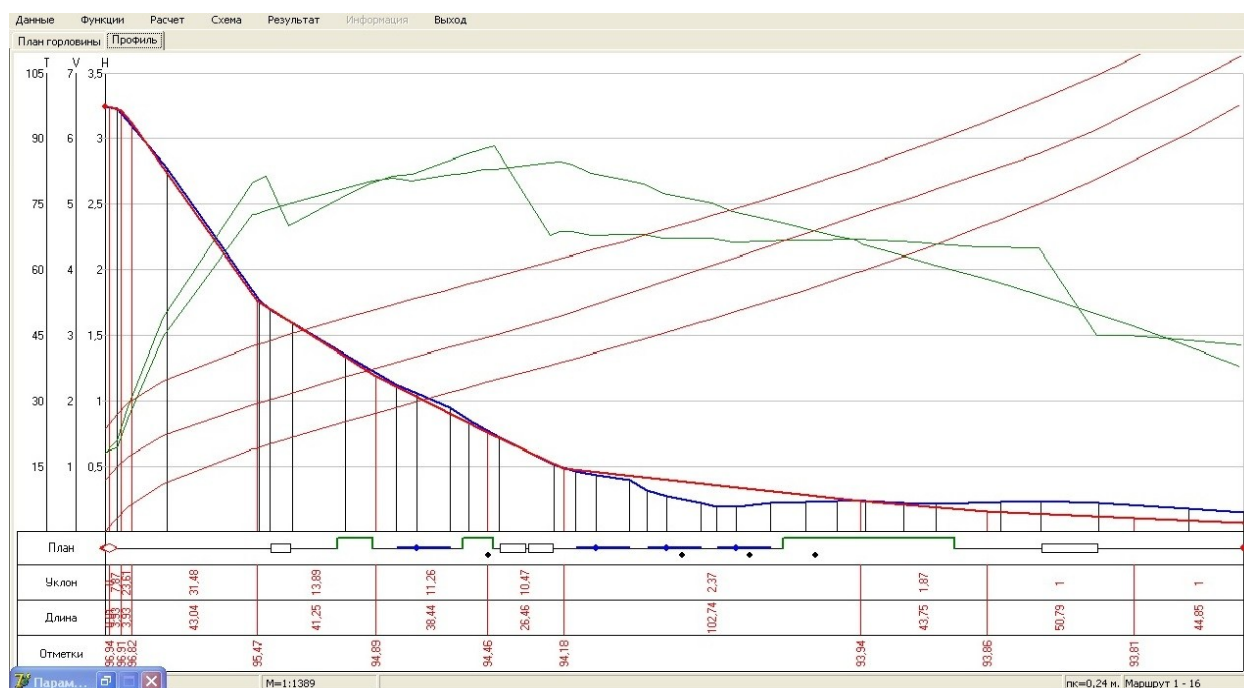


Рисунок 2. Проверка проектного профиля маршрута 1-16

На Рисунке отображены как исходный так и проектный профили. При сравнении времени хода от вершины горки до граничной точки роспуска (ГТР) плохого бегуна по исходному и проектному профилям разность хода получилась равной 4,1 сек. По отношению ко времени хода по проектному профилю увеличение продолжительности роспуска составило 4,0 %. Эту величину можно интерпретировать как увеличение перерабатывающей способности горки для данного пути. Ниже приведена сравнительная таблица времен хода для всех маршрутов роспуска.

Таблица 2

ВРЕМЕНА ХОДА ПЛОХОГО БЕГУНА
 ПО ИСХОДНОМУ ($T_{исх}$) И ПРОЕКТНОМУ ($T_{пр}$) ПРОФИЛЯМ ГОРКИ

Маршрут	$T_{исх}$, сек	$T_{пр}$, сек	$T_{исх} - T_{пр}$, сек	% прироста
1 - 8	132,1	125,8	6,3	4,8
1 - 9	140,2	130,0	10,2	7,3
1 - 10	120,7	118,8	1,9	1,6
1 - 11	113,1	112,0	1,1	1,0
1 - 12	117,8	117,4	0,4	0,3
1 - 13	120,2	119,0	1,2	1,0
1 - 14	98,8	94,2	4,6	4,7
1 - 15	98,2	93,4	4,8	4,9
1 - 16	101,9	97,8	4,1	4,0
1 - 17	101,0	96,7	4,3	4,3
1 - 18	101,5	93,2	8,3	8,2
1 - 19	99,6	88,8	10,8	10,8
1 - 20	101,1	90,7	10,4	10,3
1 - 21	100,7	90,7	10,0	9,9
1 - 22	106,8	97,4	9,4	8,8
1 - 23	100,3	91,4	8,9	8,9

Среднее значение прироста перерабатывающей способности существующей горловины определяем как сумму прироста по всем маршрутам деленное на количество маршрутов. В данном случае прирост в целом равен 5,7%. Предлагается оценивать качество проектного профиля горки через предлагаемый коэффициент. Этот коэффициент следует рассматривать как прирост перерабатывающей способности горки. Одновременно % прироста по каждому из путей может служить критерием при планировании последовательности работ по восстановлению профилей путей горки.

Основные выводы:

1. Для качественного расчета и проектирования профиля горки необходимо применение типовых компьютерных программ.
2. Программы должны позволять выполнять расчеты наличной и расчетной высоты горки по каждому маршруту роспуска.
3. Для выполнения таких расчетов предлагается ввести понятие «границной точки роспуска» (ГТР), располагаемой за парковой тормозной позицией по схеме расчетной точки.
4. Сравнение времен хода плохого бегуна по исходному и проектному профилям позволяет оценить прирост перерабатывающей способности горки.

Список литературы:

1. Ситников С. А., Рыкова Л. А., Конев А. Ф. Проблемы определения расчётных метеорологических условий при проектировании новых и реконструкции существующих сортировочных горок // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2011. №5. С. 19-22.
2. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах колеи 1520 мм. М.: ТЕХИНФОРМ, 2003. 168 с.
3. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (утв. приказом Минтранса РФ от 23 июня 2022 г. №250).

4. Ситников С. А. Определение расчётных метеорологических параметров при проектировании новых и реконструкции существующих сортировочных горок // Бюллетень науки и практики. 2026. Т. 12. №4. С. 164-170. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/125/23>

References:

1. Sitnikov, S. A., Rykova, L. A., & Konev, A. F. (2011). Problemy opredeleniya raschyotnykh meteorologicheskikh uslovij pri proektirovanii novyx i rekonstrukcii sushchestvuyushchih sortirovochnykh gorok. *Transport: nauka, tehnika, upravlenie. Nauchnyj informacionnyj sbornik*, (5), 19-22.

2. Pravila i normy proektirovaniya sortirovochnykh ustrojstv na zheleznykh dorogah kolei 1520 mm (2003). Moscow.

3. Pravila tehnicheckoj ehkspluatatsii zheleznykh dorog Rossijskoj Federacii (utv. prikazom Mintransa RF ot 23 iyunya 2022 g. №250).

4. Sitnikov, S. (2026). Determination of Calculated Meteorological Parameters in the Design of New and Reconstruction of Existing Humpyards. *Bulletin of Science and Practice*, 12(4), 164-170. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/125/23>

Поступила в редакцию
29.06.2026 г.

Принята к публикации
06.07.2026 г.

Ссылка для цитирования:

Ситников С. А. Использование компьютерных технологий для разработки проектов выправки профиля сортировочных горок малой мощности // Бюллетень науки и практики. 2026. Т. 12. №9. С. 208-213. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/130/22>

Cite as (APA):

Sitnikov, S. (2026). The Use of Computer Technology to Develop Projects for Straightening the Profile of Low-Power Sorting Slides. *Bulletin of Science and Practice*, 12(9), 208-213. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/130/22>